

日本原子力学会シニアネットワーク講演会

文部科学省原子力人材育成公募事業 「スーパーエンジニア育成プログラム の成果と受賞の御礼」

2018年3月15日(木)

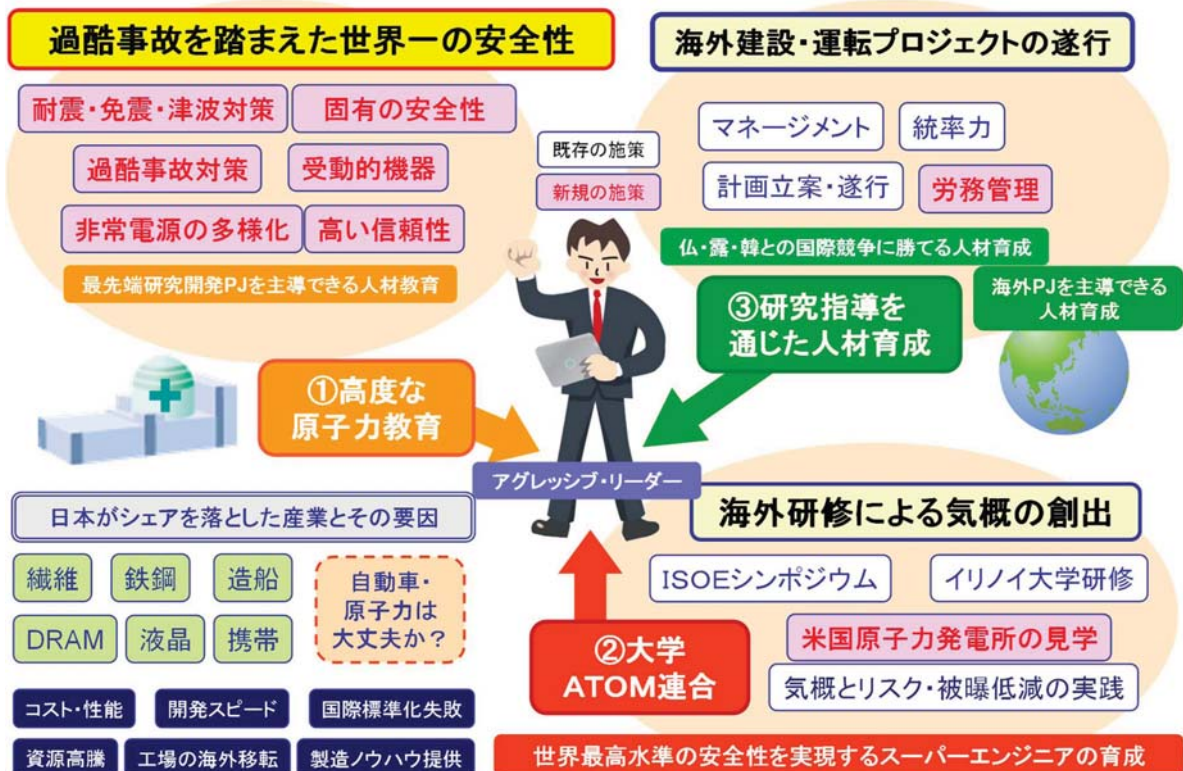
北海道大学名誉教授

工学研究院エネルギー環境システム部門
原子炉工学研究室 特任教授 奈良林 直

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

目標とする人材像(スーパーエンジニア)



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

年間講義スケジュール (各年度)

学部1年(北大および道内連携大学)、学部2年、学部3年、修士1年
国内研修(全国19大学)、海外研修(国内研修者から選抜)を実施

実施項目	実施内容(科目)	年間スケジュール		備考
		1 学期	2 学期	
学部1年講義	地球温暖化問題と原子力技術・倫理			
学部2年講義	エネルギー工学概論			
学部3年講義	原子炉工学			
大学院講義	原子力・エネルギーシステム特論		 原子炉工学特論	
発電所研修	泊・志賀・島根などを予定	北大・泊 8月上旬予定 志賀 9月上旬予定		28年度は 北大・泊と 志賀
企業研修	東芝・日立GE・三菱重工		 日立GE10月下旬予定	28年度は 日立GEと JAEA
海外研修	ISOEシンポジウム・イリノイ大など		1月予定	

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

2

国内研修(北大・泊原子力発電所)

a. 導入教育(実施場所:北大(①~⑥))

①福島事故の解説(図1)、②米国TMI2号機事故の講義、③過酷事故時の水位計のドリフト再現実験の事前講義、④フィルターベント2Pd 試験装置を使った格納容器減圧試験の事前講義、⑤非常用復水器(IC)を使った冷却と減圧実験の説明とIC、SGの役割の講義、⑥北海道電力職員による泊原子力発電所での研修事前講義

b. 過酷事故対策実験の研修(実施場所:北大(①、②、③、④))

①北大の所有する蒸気源を使ったフィルターベントフィルターベント2Pd 試験装置を使った実機相当蒸気条件下における格納容器減圧試験
②高温高圧実験装置を使った非常用復水器による炉心冷却
③炉水位計測機能維持装置を使った過酷事故時の水位計のドリフト再現実験
④フィルターベント可視化模型教材、湿式および乾式の除染機能について説明

c. プラントシミュレータによる全交流電源喪失研修(北電 泊原子力訓練センター)

d. 防災ロボット教材と保全工学基礎教材を使った研修(実施場所:北大(①、②、③))

①過酷事故対応防災ロボット研修の事前講義
②ロボット教材とPWR 作動原理モデルを使った過酷事故収束・防災支援訓練(図6)
③保全工学基礎教材等を使った予防保全と事後保全に関する研修

e. 外部講師による講義(実施場所:北大)

日本原子力学会フェロ一天野治氏による講義「原子力とゼロエミッション社会(EPRの視点から)」

f. 研修成果の発表およびシニアとの対話会(実施場所:北大)

実習参加者:15名(長岡技術科学大M1:4名、M2:2名、大阪大B4:2名、東京工業大M1:2名、東北大M1:1名、室蘭工業大B4:1名、北海道大M2:1名、D1:1名)

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

3

国内研修① 北海道大学、北海道電力

北大・過酷事故の講義



北大・フィルターベント2Pd試験装置での研修



北電・緊急時対策室での研修



北電・運転シミュレータの研修



北大・防災ロボットの研修

奈良林 直

原子炉水位計の基準水頭管の機能維持(高圧補水: Back Fill)

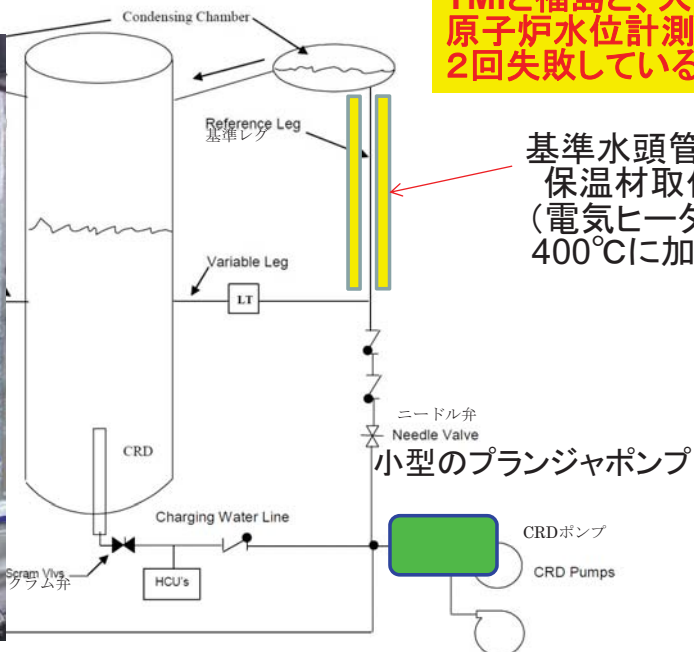
■ 実機条件(7MPa、286°C)を模擬した圧力容器(既設)の水位を原子炉格納容器を模擬して加熱し、水位誤差の再現とバックフィルによる注水を学生実験として実施する教材を製作する

RWL Reference Leg Backfill

TMIと福島と、人類は原子炉水位計測を2回失敗している。



高温高圧蒸気源



基準水頭管の保温材取付(電気ヒータで400°Cに加熱)

BWR水位計の基準レグ補充水

シニアと学生の対話会(二度と事故を起こさないために)

齋藤伸三先生の基調講演



シニアと学生の対話会



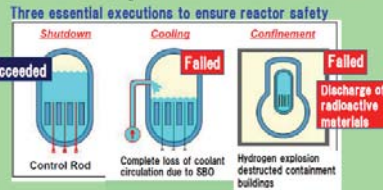
How had Measures against Severe Accidents been established and performed in Japan/TEPCO ?

1. Establishment on Severe Accident Management by Nuclear Safety Commission (NSC)
 - Accident management (AM) of prevention and mitigation of severe accident (SA) is important to improve further safety of NPPs.
 - Measures to strengthen containment function in SA condition have being taken in several countries.
- ↓
- Safety of NPP in Japan is sufficiently maintained by full measures taken to ensure safety of NPP based on Defense in Depth. Therefore, probability of occurrence of SA is enough small, then introduction of AM means further reduction of the small risk.
 - The NSC strongly recommends that the operator introduce Independently effective AM and implement it precisely when SA occurs.

Overview and Subject extracted from TEPCO's Fukushima Nuclear Power Plant Accident

Sequence of Fukushima NPP accident

1. Reactor shutdown triggered by earthquake.
2. SBO caused by Tsunami.
3. Failure of decay heat removal.
4. Hydrogen generation by Zry-H₂O reaction.
5. Hydrogen explosion
6. Containment building destroyed.
7. Release of radioactive materials to the environment.



国内研修②日立GE・JAEA・シニアとの対話会

日立GE



日立GE



JAEA



JRR3



電気の史料館



国内研修③ 志賀原子力発電所

原子力発電所の予防保全と事後保全に関する研修を、志賀原子力発電所にて実施した。

a. 研修・見学先の基礎知識と研修内容の説明

事前ガイダンス、

BWRに関する講義(過酷事故対策等)

(実施場所:志賀原子力発電所研修センター)

b. 志賀原子力発電所の安全対策や保全活動等に関する講義、志賀原子力発電所の概要(設備、安全対策、シビアアクシデント対策含む)説明

- ①志賀原子力発電所の保全の概要説明、
- ②保全方式の説明(時間管理保全、状態監視保全、事後保全)、
- ③燃料管理、炉心管理、
- ④志賀原子力発電所の運転管理の概要説明
- ⑤原子力防災計画と防災体制の説明、
- ⑥志賀原子力発電所の若手所員との意見交換会
- ⑦発電所長、所長代理、炉主任との意見交換会

志賀原子力発電所・原子力防災センター

志賀原子力発電所での講義



オフサイトセンターの役割について研修



志賀原子力発電所運転訓練シミュレータ研修



志賀原子力発電所破砕帯(シーム)の見学



海外研修(米国・ISOEシンポジウム、イリノイ大)

a.世界職業人被曝情報機構(ISOE)シンポジウムへの参加
NRCやIAEA、欧米の主要な電力会社幹部が参加
マンツーマンのメンター(指導者)がついて指導
(実施場所:アメリカ フロリダ州フォートローダーダール)

b.クック原子力発電所、ラサール原子力発電所、ドレスデン
原子力発電所、クリントン原子力発電所等の視察、
イリノイ大学での研修
(実施場所:アメリカ イリノイ州シャンペーン他)

実習参加者:5名(東京工業大M1:1名、北海道大M1:1名、
東北大M1:1名、東京都市大M1:1名、大阪大M1:1名)、
実施期間:平成28年1月8日~22日(15日間)

海外研修(フロリダ・シカゴ)

ISOEシンポジウムの全参加者と学生



NRCと電力会社の意見交換を傍聴



DCクック発電所見学:地元紙に写真が掲載



MEXT原子力人材育成研修(スーパーエンジニアの育成研修)
 選抜した学生5人がドレスデン3号の安全対策を見学し、意見交換

非常用復水器



配管の凍結対策
 加熱用蒸気



格納容器内側弁の手动操作可能
 RWCUポンプ



B5bで実施



米国イリノイ大学における学生研修実績



原子力・プラズマ・放射線工学科の学科長

T君は修士終了後 東京電力に入社



T君がイリノイ大学で学んだ3D放射線計測

Possible H3D CZT Applications to BWR Clean up verification

Radioactive material distribution after reactor pit was flooded during refueling outage

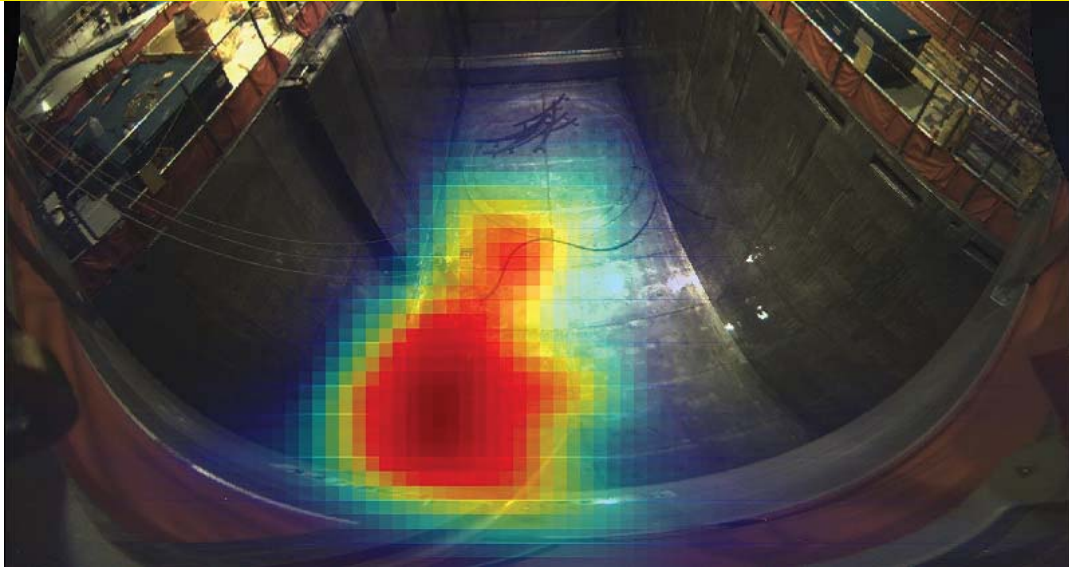


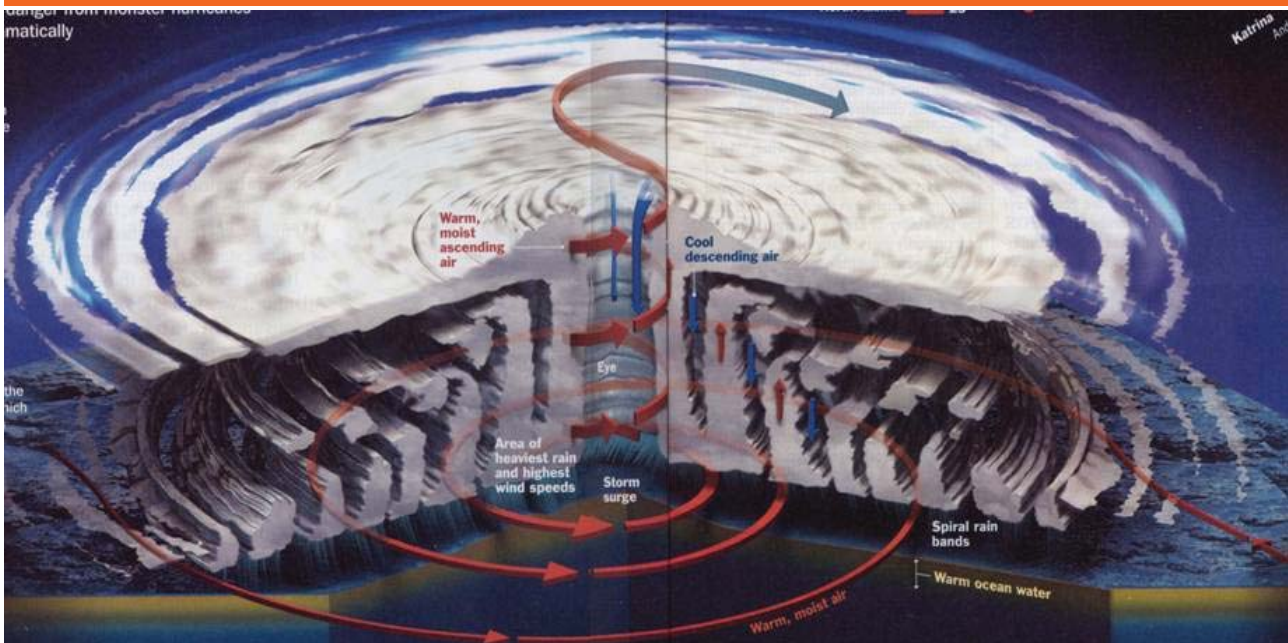
Image and applications taken with permission from <http://www.h3dgamma.com/applications.html>

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

14

ハリケーン: 海水温度 +2°Cで強さは2倍



出典: 米国週刊誌TIME

ハリケーンの断面: 海面温度の上昇により大規模・凶暴化
(地球の自転により発生するコリオリ力のため反時計回りの大規模渦となり70m/s以上の強風と豪雨域が発生する)

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

15

ハリケーンマシュー・ハイチを襲う(2016.10)

ハイチで400人以上の死者を出した大型ハリケーンマシュー(Matthew)は、ハイチ通過時点では5段階評価で2番目に強いカテゴリ4だった



ハリケーンの被害を受け大きく崩れた住宅群=ハイチ西部の自ジェレミーで6日、ロイター

巨大ハリケーン襲来のメカニズム: 海水温度上昇

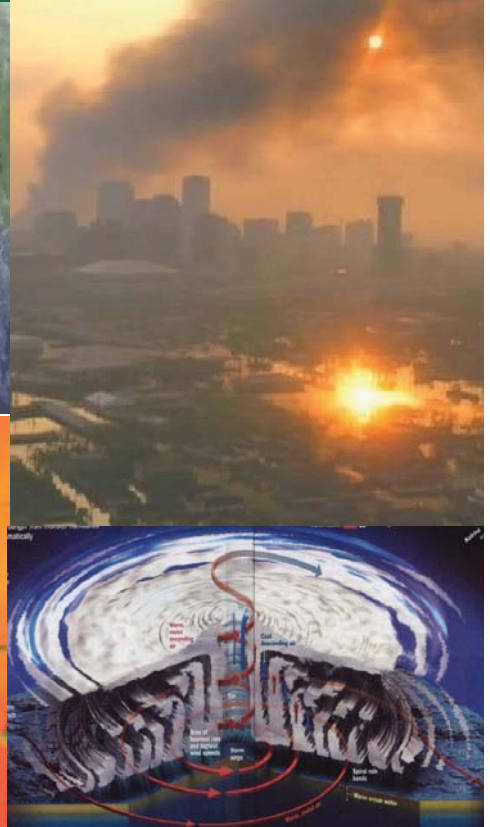
August 29, 2005



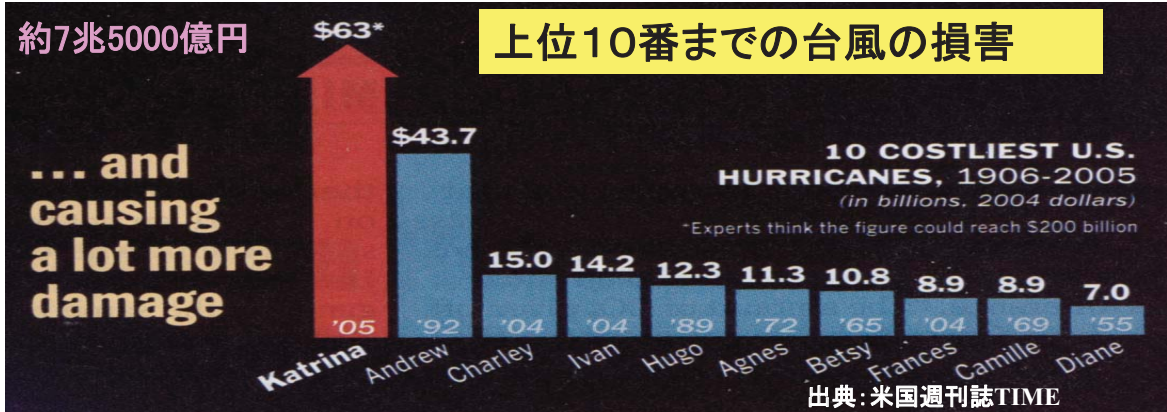
筆舌には尽くせぬ大惨事に



エネルギーを取り込み
強大になっていく



地球温暖化で巨大ハリケーンが増加



ハリケーン・サンディの都市洪水の教訓

1. ハリケーン・サンディによる被害
 2012年10月29日、アメリカ合衆国ニュージャージー州に上陸し、大都市であるニューヨークを直撃。高潮により地下鉄等が浸水し、800万世帯が停電したことなどから、交通機関の麻痺、ビジネス活動の停止を通じて経済・社会活動に影響。死者はアメリカ全土及びカナダで132名（うち43名がニューヨーク市内）。ニュージャージー州及びニュージャージー州の被害額は合わせて8兆円規模。

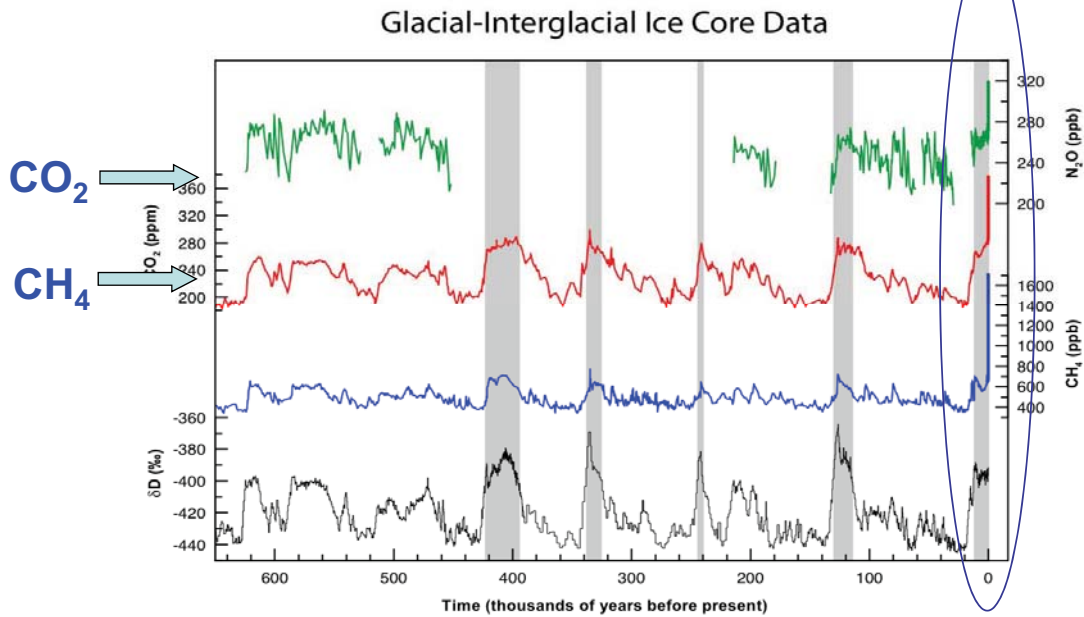
<http://www.mlit.go.jp/river/kokusai/disaster/america/>



アメリカで自然災害対策にあたる中心的な省庁は、国土安全保障省の傘下にある米国連邦緊急事態管理庁、FEMAである。約3,700人の常勤職員がいる大統領直属の機関で、各省庁を一元的に統括する権限を有する。FEMAの役割は、「自然災害・テロ・その他人災に対する準備、対応、復興、リスク軽減の取り組みを先導する」「州・地方・原住民部族政府、その他の連邦省庁、民間企業、非政府組織などと協力し、米国のリソースを最大限活用するための、非常事態マネジメントに向けた国家的システムを構築する」などと規定されている。
https://www.nhk.or.jp/bunken/summary/research/report/2013_05/20130501.pdf

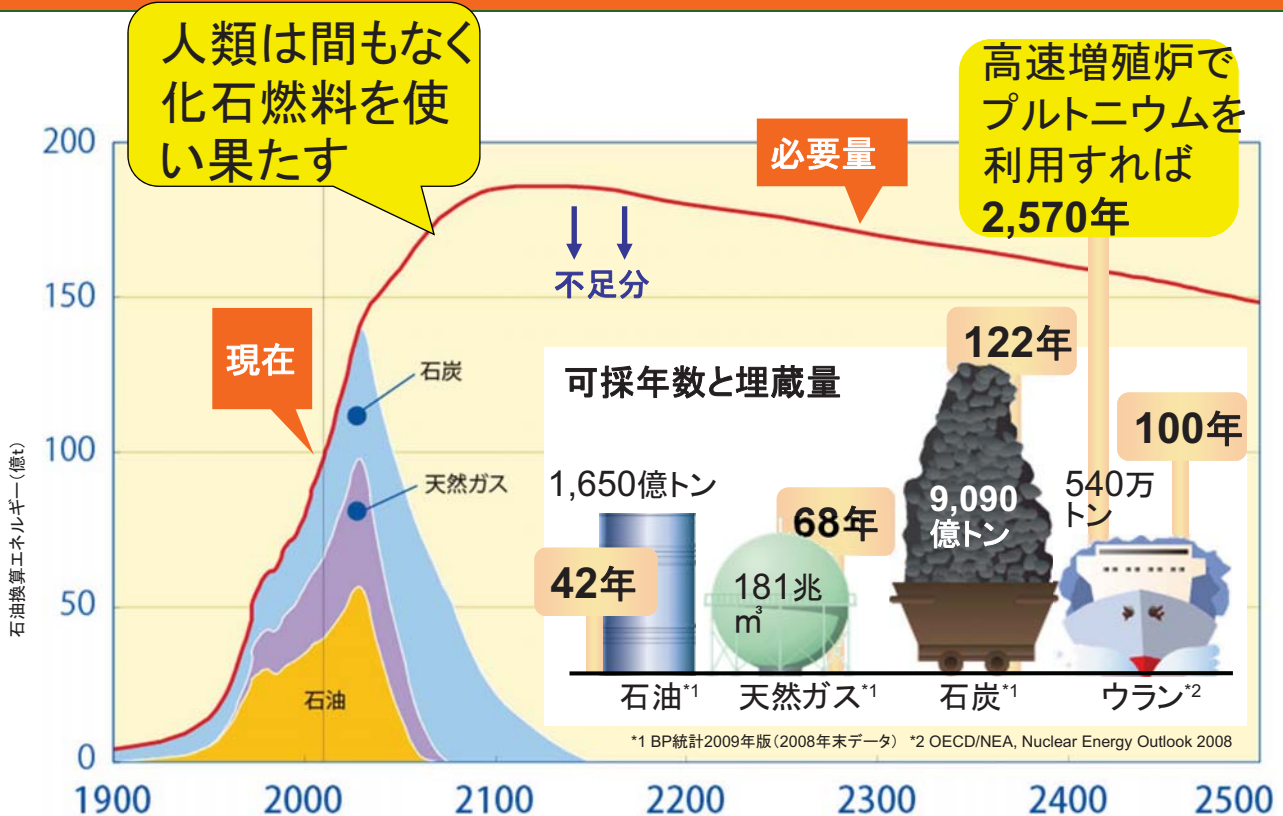
氷河期-間氷期のアイスコアデータ

気候の歴史の中で未曾有のこと!



2005年の大気中CO₂ 及び CH₄ 濃度は過去65万年間の自然の変動をはるかに逸脱。

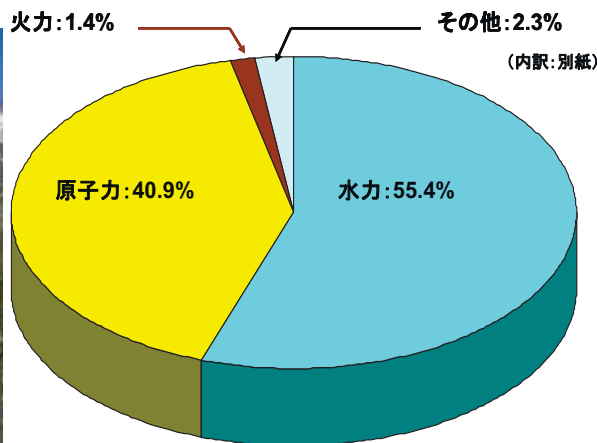
世界の化石エネルギー需給予想





スイスに学ぶエネルギー環境政策

- スイスは北海道の約1.3倍、面積は約1/2
- 永世中立国として強い自立意識から、水力の次に原子力を選択。火力はわずか1.4%。先進国では最もCO₂の排出が少ない国。
- 電気の他に熱を給湯パイプラインで工場・店舗・住宅・温室に供給



スイスの発電電力量の実績



原子力発電所から熱供給

原子力発電所からお湯をパイプラインで工場や家庭に供給



供給配管長さ: 85km

一般家庭での熱利用



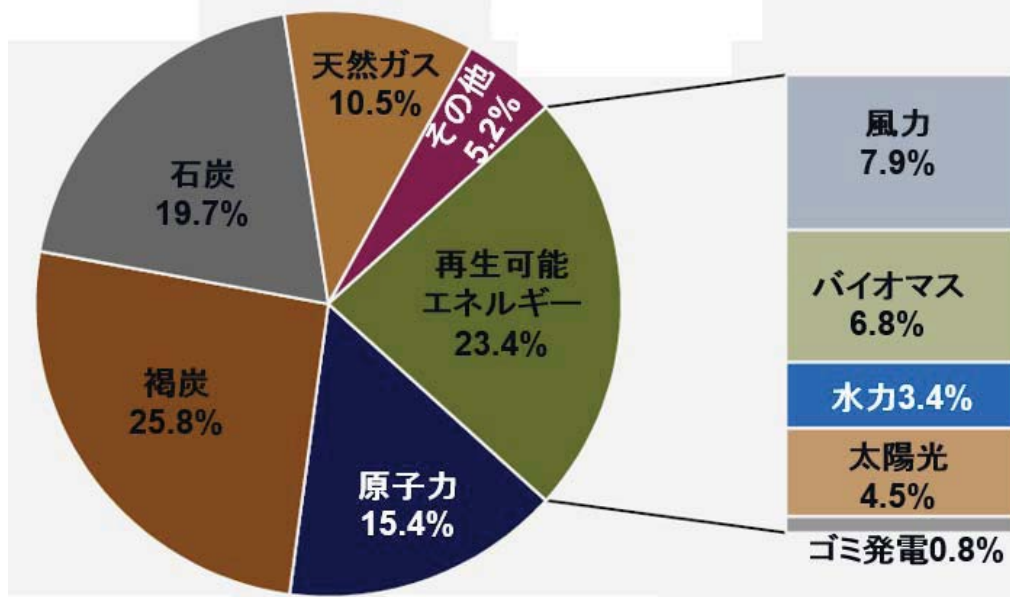
20,000人が原子力の熱を利用

環境先進国スイスのベツナウ
発電所では プルサーマルを導入済

出典: NOKホームページ

ドイツの再生可能エネルギー

太陽光はkWでは、原発の1.5倍。しかし、kW時では、9基の原発が15.4%で、太陽光はわずか5%

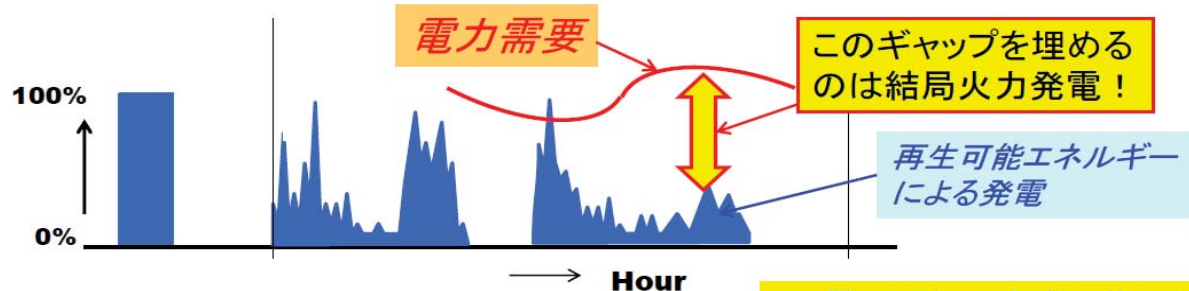


BDEW, AG Energiebilanzen Stand: 12/2013

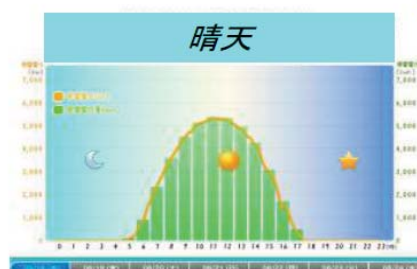
太陽光発電の問題点：火力のバックアップ必要

問題点：

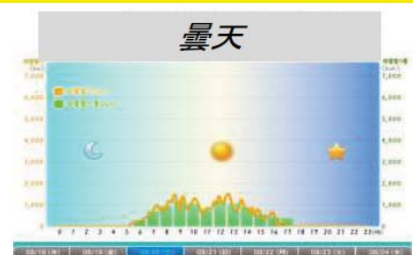
- ① 再生可能エネルギーの出力は自然まかせ
- ② 従って電力需要と基本的に無関係に発電
- ③ このギャップを現実に埋めるのはバックアップ火力!



太陽光発電



- 曇っただけで急激に落ちる!



東大金子祥三先生講義資料より

2003年北米大停電

- 2003年8月14日(日本時間15日早朝)午後4時過ぎ、アメリカ北西部からカナダにかけて東部一帯に大規模(6000万キロワット)停電が発生した。16日、ほぼ復旧(36時間)
- 停電区域は米国東部のニューヨーク、クリーブランド、デトロイト、ペンシルベニア、バーモント、オハイオ、コネチカット、メリーランド、マサチューセッツ、ミシガンの各州をはじめ、カナダのトロントやオタワなど広い地域にまたがっている。
- 大都市では地下鉄や、エレベーター内に多数の人々が閉じ込められるなどの被害が出たが、その後ほとんど救助された。
- 停電が夕方の帰宅時間と重なったために、通勤通学客の足が大混乱となり、アメリカ・カナダ両国で約5000万人に影響を与えたと見られ、史上最悪の広域災害になった。



ブルックリン橋の帰宅渋滞

食料などを買い求める人々(AP)



グリーンエネルギー・パラドックス

- 原発の廃止を決めたドイツでは、ここ10年で電気料金が2倍に。3%の企業が海外移転し、14%も今後海外移転を考えている。
- ドイツ企業が進出したチェコでは石炭火力発電所が急増、大気汚染。



新しい石炭火力発電所の建設がEUのCO2危機

New coal power stations threaten EU's emissions target



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

28

ドイツ、イギリス、ポーランドは大気汚染大国

Germany, UK and Poland top 'dirty 30' list of EU coal-fired power stations



Environmental study highlights health effects from pollution, with Germany coming top, and the UK third in total coal consumption



<https://www.theguardian.com/environment/2014/jul/22/germany-uk-poland-top-dirty-30-list-eu-coal-fired-power-stations>

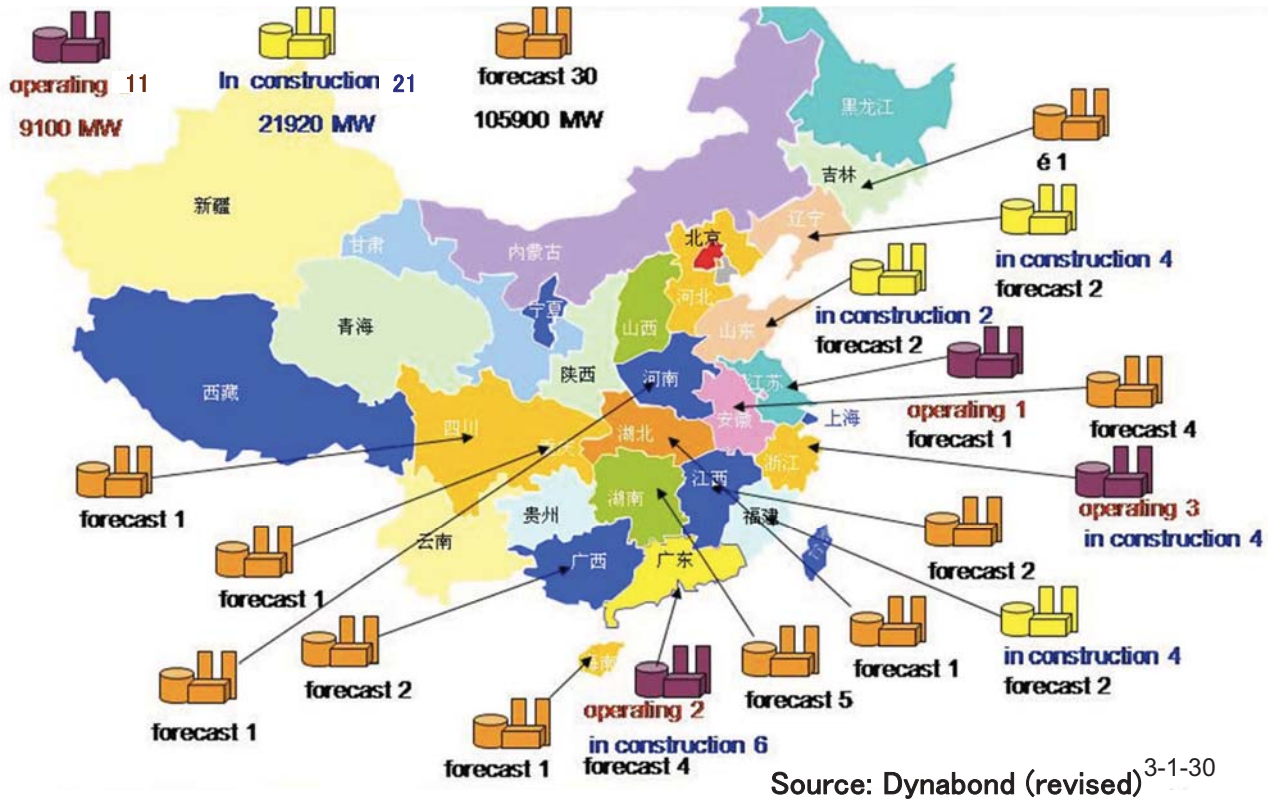
Poland's Belchatow power station, Europe's largest coal-fired power plant. Photograph: Kacper Pempel/Reuters

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

29

中国の原発建設計画31基→200基



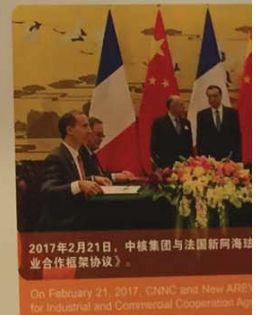
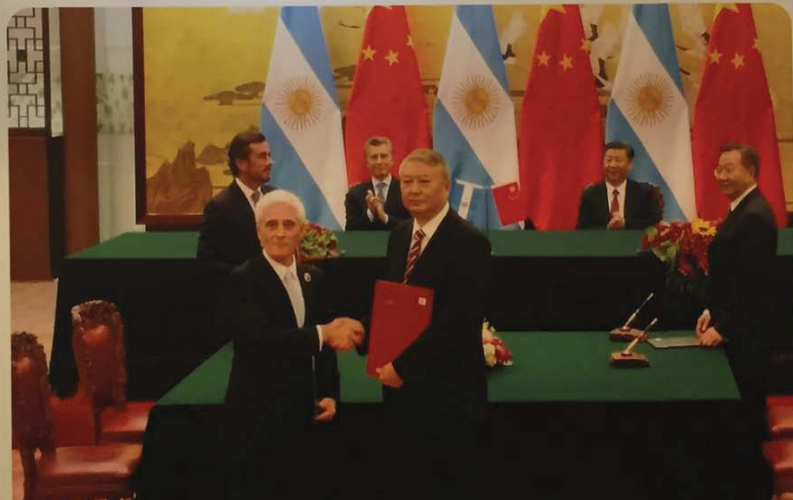
一带一路のAIIBは中国の原発インフラ投資



一带一路 The Belt and Road

中核集团是我国唯一出口过核电站并实现批量出口的企业，已成功向7个国家出口过6台核电机组、8台研究堆或装置，并与全球40多个国家和地区建立了科技经贸关系，正在商谈核电及铀资源、核燃料、核技术应用等核工业全产业链合作。

CNNC is the only Chinese enterprise that has achieved bulk export of nuclear power plant power units and eight research reactors or facilities to seven countries. In addition, CNNC has established technological and trade relations with more than 40 countries and regions. CNNC is exploring cooperation with countries in the whole nuclear industry chain, including nuclear power, uranium resources, nuclear technology application etc.



中国、海洋強国へ 海外港湾30カ所

中国が原子力空母4隻建造中との観測
巨大レーンガンの主砲を装備

中国が強い海洋国家を意味する「海洋強国」への布石を着々と打っている。産油国の中東と中国大陸をむすぶシーレーン(海上交通路)上の要衝に港湾の利用権を相次いで獲得。大陸国家の中国には、エネルギーや物資を安定調達できる海路の確保が国家経営の優先課題の一つだ。



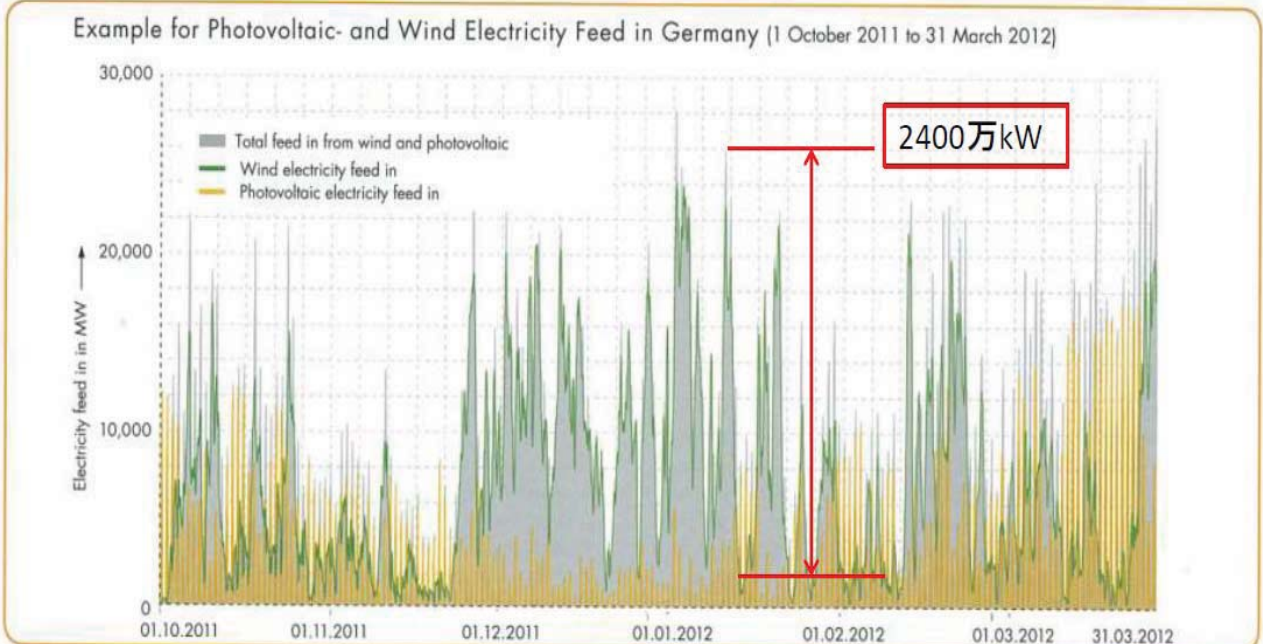
1	ゼーブルージュ港	2017年9月、港湾運営会社を買収
2	ジブチ港	17年8月、初の海軍基地の運用開始
3	ハンバントタ港	17年7月、99年間の運営権取得
4	ハリファ港	16年、埠頭の35年間の利用権取得
5	グワダル港	15年、43年間の用地使用権取得
6	ダーウィン港	15年、99年間の運営権取得
7	ビレウス港	09年、埠頭の35年間の利用権取得。16年、港湾全体の運営権取得
8	チャオビュー地区	大型港や工業団地の整備に協力
9	ドゥクム港	工業団地の整備に協力
10	ティバサ地区	大型港の整備に協力

(注) 時期は原則として合意時点、現地報道などから作成

2018/2/24 23:37日本経済新聞 電子版

ドイツの再生可能エネルギー負荷変動の例 (2012年)

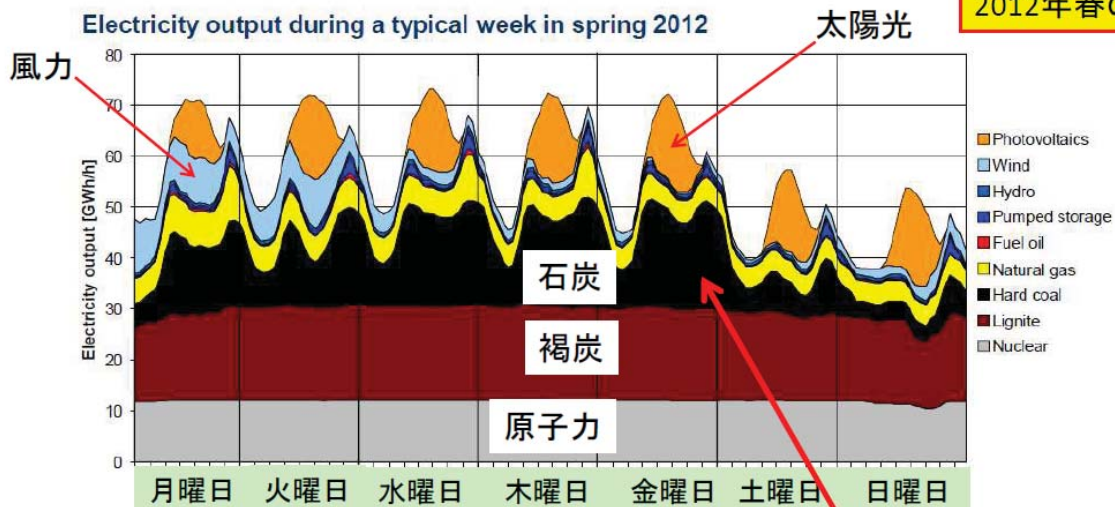
最大変動幅: 2400万kW(2012年1月)、この変動を火力発電所がバックアップ
火力発電所の稼働率低下、採算割れ。ドイツでは、電力会社が倒産の危機に瀕している



木八五丁十ニル工研我員付付

Source: Transparency platform of the ÜNB

ドイツの再生可能エネルギーは火力発電会社の犠牲を強いている。FITで儲けている新電力



2012年春の代表例

Consequences for short-notice dispatch of power plants:

- Several start-ups and shutdowns every day
- High load change rates
- Few hours of supply to the grid

◆ 再生エネルギーによる
負荷変動は石炭火力
が担っている

Data source: Information provided on the EEX transparency platform
26.09.2013 Ways for a Generator to deal with the German "Ener"

東大金子祥三先生講義資料より

2013.9.26 VGB CongressにおけるSTEAG社発表資料より

太陽光、日本は独を抜いて世界第2位

2017年05月11日

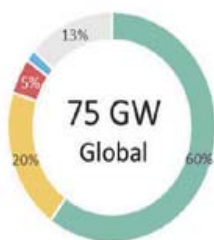
2016年の太陽光導入量

Global PV Market 2016

TOP PV MARKETS 2016



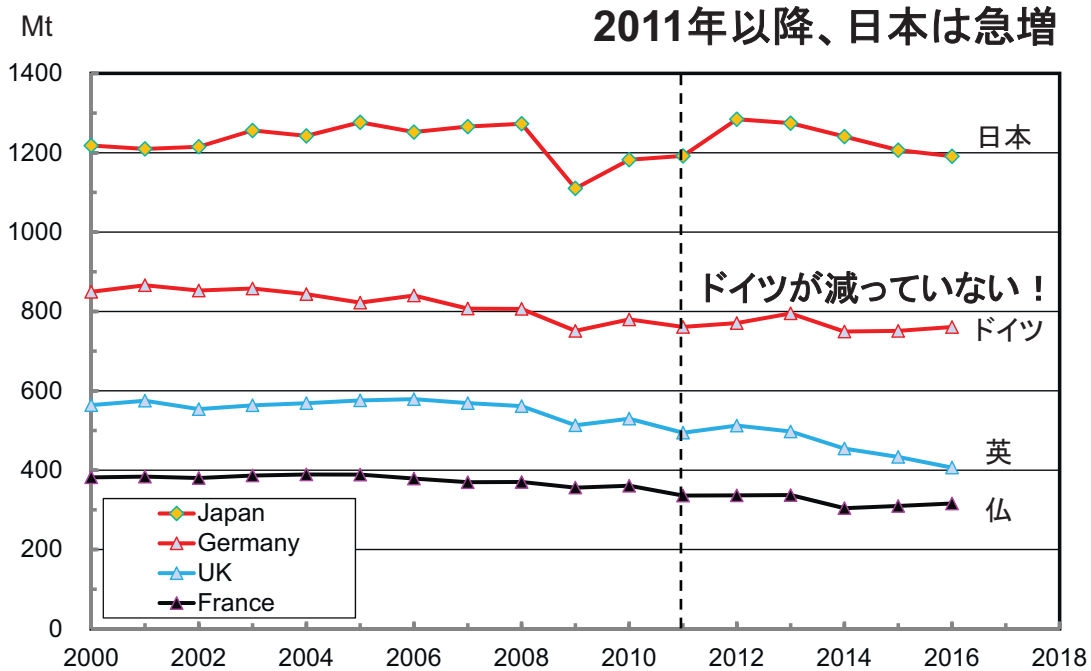
1	China	78,1 GW
2	Japan	42,8 GW
3	Germany	41,2 GW
4	USA	40,3 GW
5	Italy	19,3 GW
6	UK	11,6 GW
7	India	9 GW
8	France	7,1 GW
9	Australia	5,9 GW
10	Spain	5,5 GW



SNAPSHOT OF GLOBAL PHOTOVOLTAIC MARKETS 2016

<https://www.globalnote.jp/post-3240.html>

日独英仏のCO2排出量



<https://www.globalnote.jp/post-3235.html>

変動再エネ+火力で日独は再エネ敗戦国

EU主要国・日本のCO2排出係数と発電構成 (2015年)

スウェーデン	フランス	デンマーク	スペイン	EU平均*	ドイツ	日本
11gCO2/kWh	46gCO2/kWh	174gCO2/kWh	293gCO2/kWh	311gCO2/kWh	450gCO2/kWh	540gCO2/kWh

安定
ゼロエミ

スウェーデン	フランス	デンマーク	スペイン	EU平均*	ドイツ	日本
87%	88%	15%	35%	43%	25%	12%
安定再エネ: 52% 原子力: 35%	安定再エネ: 11% 原子力: 78%	安定再エネ: 15% 原子力: 0%	安定再エネ: 14% 原子力: 21%	安定再エネ: 16% 原子力: 27%	安定再エネ: 11% 原子力: 14%	安定再エネ: 11% 原子力: 1%

変動
再エネ

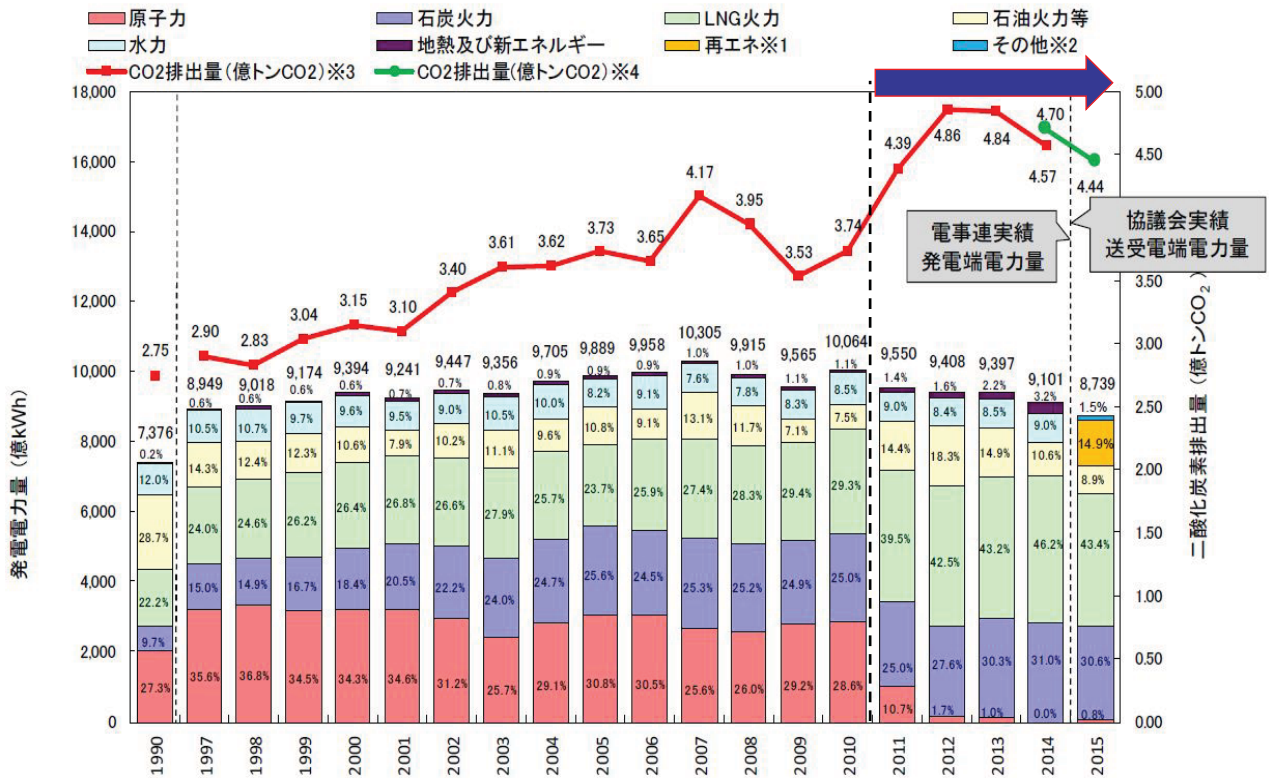
スウェーデン	フランス	デンマーク	スペイン	EU平均*	ドイツ	日本
10%	5%	51%	21%	13%	18%	4%
太陽光: 0% 風力: 10%	太陽光: 1% 風力: 4%	太陽光: 2% 風力: 49%	太陽光: 3% 風力: 18%	太陽光: 3% 風力: 10%	太陽光: 6% 風力: 12%	太陽光: 3% 風力: 1%

火力

スウェーデン	フランス	デンマーク	スペイン	EU平均*	ドイツ	日本
2%	7%	34%	44%	44%	56%	84%
石炭: 0% ガス: 1% 石油: 1%	石炭: 2% ガス: 4% 石油: 1%	石炭: 25% ガス: 6% 石油: 4%	石炭: 19% ガス: 19% 石油: 7%	石炭: 25% ガス: 16% 石油: 3%	石炭: 44% ガス: 10% 石油: 2%	石炭: 32% ガス: 40% 石油: 12%

エネ庁日下部長官講演資料 (出所) IEA CO2 emissions from fuel combustion 2017, 総合エネルギー統計より作成

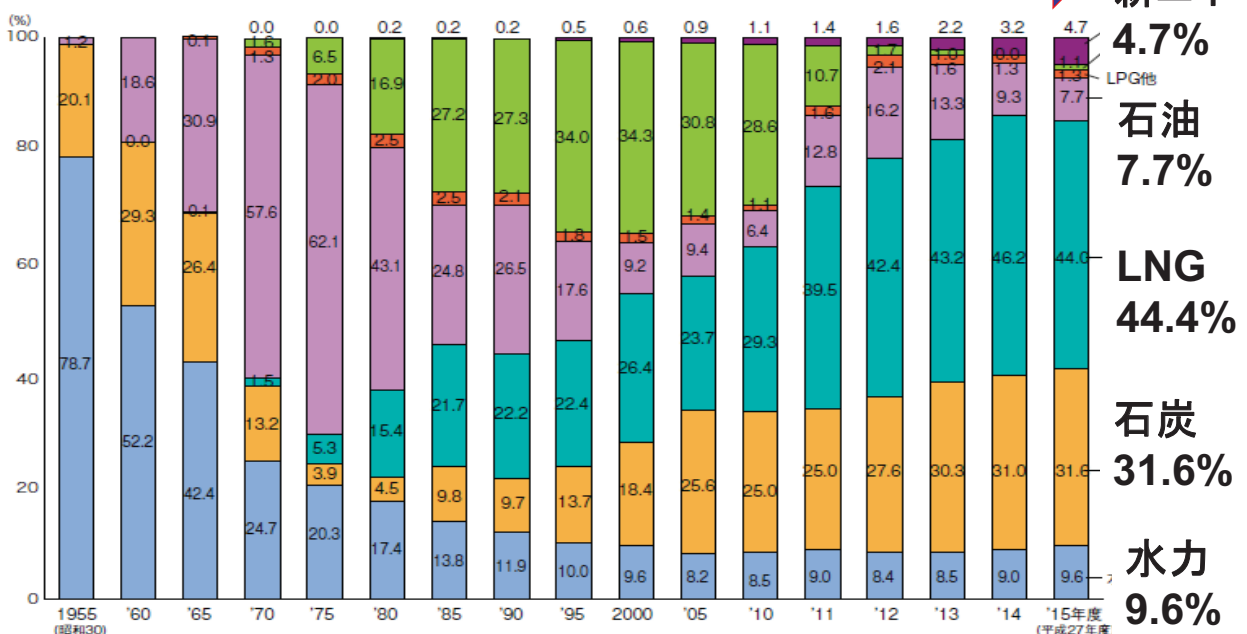
日本は2011年以降、LNGと石炭火力が急増



我が国の電源は2011年から火力が85%

5月の晴天時に太陽光発電が75%に達した電力会社がある。

●電源別発電電力量構成比(10電力計(受電を含む))



(注) 1. 1970年度までは9電力計
2. LPG他: LPG, その他ガス, 地熱, 新エネ

(出典) 電気事業連合会調べ

太陽光発電のコスト(60万円/kW→9万円/kW)

- 太陽電池パネル 9万円/kW(現在の事業者用激安国内価格)
 $100\text{万kW} * 9\text{万円/kW} = 900\text{億円}$ **買い取り価格は42円～24円/kW**
 設備利用率 $6\text{h}/24 * 0.5 = 12.5\%$
 $900 / 0.125 * 0.7 = 5040\text{億円}$ で
 原発1基分の電力が得られる
- 中国製の太陽パネルは6年間で
 1/6の価格になり、原発と互角
- 太陽光ビジネスは金融商品に
 化け、金持ちの金儲けの手段に
 なってしまった。年利回り15%!
- 現代に於ける合法的搾取システム
 バッテリーの設置を義務づけな
 かったのが、最大の失敗ポイント



<エコルート産業用太陽光発電物件 千葉県 低圧発電所13基 2015年4月

認定済案件のパネル変更が可能になります!!
 詳細は以下をご覧ください
[産業用太陽光発電の行方](#)

土地をお持ちでない方に朗報!!

太陽光発電に最適な物件を、プロの目で選び御提案致します
 土地紹介もご希望エリアからお探し致します!

[太陽光発電事業として実際の利益](#)



25周年創業祭セール利用で、**利回り15%以上確保!!**
 24円売電での設置期限も残り僅かですので、御早目に御連絡下さい!

FITによる森林伐採とソーラー乱開発

- 太陽光や風力などの再生可能エネルギーを普及させるための固定価格買い取り制度(FIT)
- FITによる全量買取制度により、太陽光は当初42円/kW時で契約。これは国際相場の2倍。
- なんと、原発50基の全発電容量の1.5倍、70基分の太陽光事業の駆込み契約がなされた。
- 太陽光事業者は、これを50kW以下に小分けして分譲。金融商品にした。電気代は皆が払う
- 50kW以下なら電気事業法の対象にならないし、建築基準法の工作物でもない。野放し。
- 蓄電池などには決して投資しない。全量買取制度でそのまま売った方が儲かるから。

事業者は儲かり、皆さんは強制的に徴収されるしくみ。



北杜市では、木の伐採と、それを捨てる車だけだった。



手抜き工事の例。草だらけ、石の放置、事業者は不明だ。



太陽光パネル 約200枚はがれる
 鬼怒川堤防決壊と太陽光パネル



<http://www.gepr.org/ja/contents/20150706-01/>

本公募事業の育成人材目標人数:3年間で約1000名

実施項目	対象とする人材	各年度に育成する人数			合計
		平成27	平成28	平成29	
学部1年講義	一般教養(全学部)	—	98	55	153
学部2年講義	専門科目(社会工学・情報・エレクトロニクス系)	143	131	140	414
学部3年講義	専門必須科目(機械系)	130	125	138	393
大学院講義	機械系4専攻の修士学生	13	112	116	241
発電所研修	原子力工学系学生(大学ATOM全国19大学)	15	26	24	65
企業研修	同上	15	14	13	39
海外研修	同上(選抜学生)	5	5	5	15
合計		321	504	497	1323

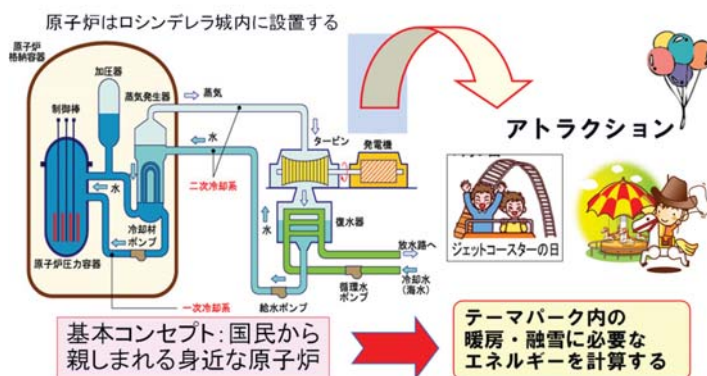
「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

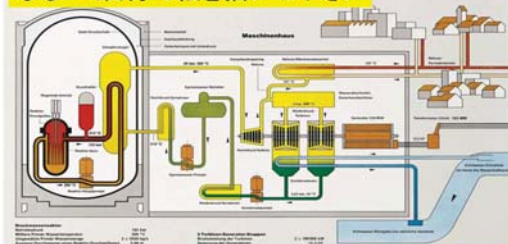
42

工学部3年生の「原子炉工学」→研究室配属

例:都市近接立地:テーマパーク熱供給用PWR



なるべく自分で絵を描いて下さい nkraftwerk Beznau



近隣の2万世帯に熱を供給 (2MWth)

目標と施策 1 原子力発電所の設計・建設分野の人材育成

CAD・製造・建設シミュレーションやFEM/CFDの高度性・伝熱流動シミュレーションを通じて、原子炉工学・放射線・機械工学・材料力学・流体力学・伝熱工学・熱気・気象土木・環境工学の深い知識と経験を身につけた先端エネルギー・原子力分野で主導的役割を担う「スーパーエンジニア」を育成する。

エネルギー連携システム専攻

人間機械システムデザイン専攻

原子力工学専攻

機械都市空間デザイン専攻

目標と施策 2 原子力発電所の運転・保安、放射線医療分野の人材育成

原子炉シミュレータを使った原子炉の異常過渡現象再現実験やリスク評価、非破壊検査や放射線検出・線量監視設備のメンテナンスなどの原子力発電所の安全性確保と信頼性・安定運転性の向上に取り組む優れた人材を育成する。

原子力工学専攻

放射線医療工学専攻

原子力工学専攻

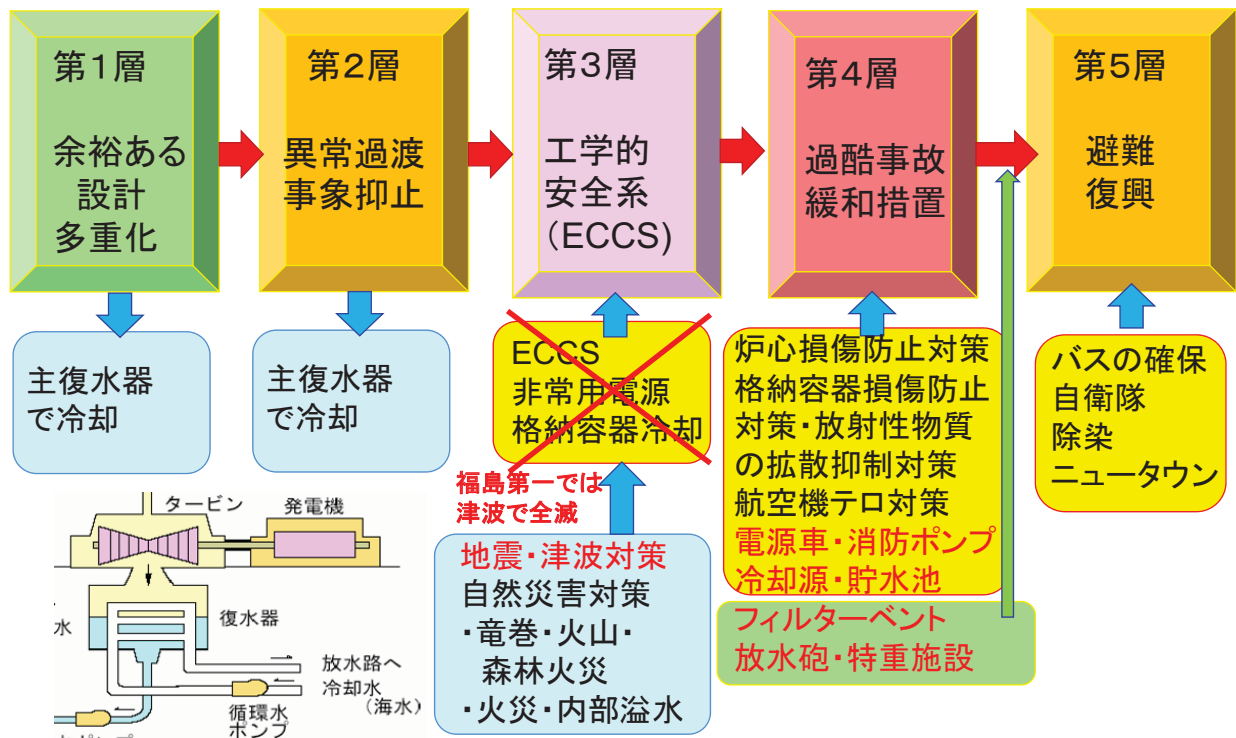
放射線医療工学専攻

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

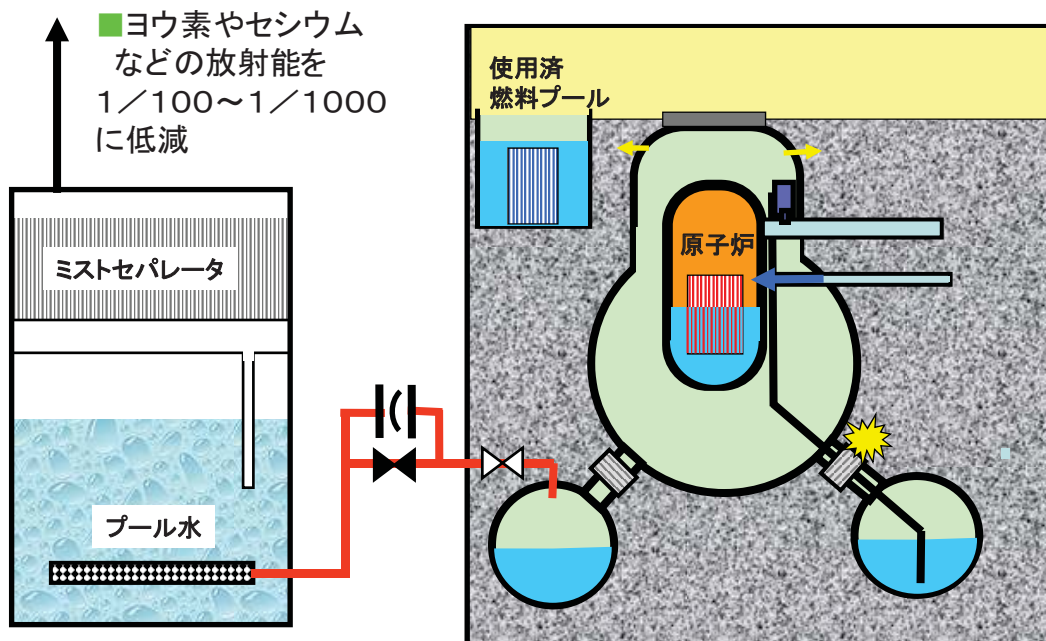
43

深層防護 (Defense in Depth)



抜本的対策: フィルター付きベント

■チェルノブイリ事故の教訓: 「例え事故が起こっても地元には迷惑をかけません」 (フランス、ドイツ、スイス、フィンランド、スウェーデンのほぼ全ての原発に設置)



フランスのショー発電所 (PWR)



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

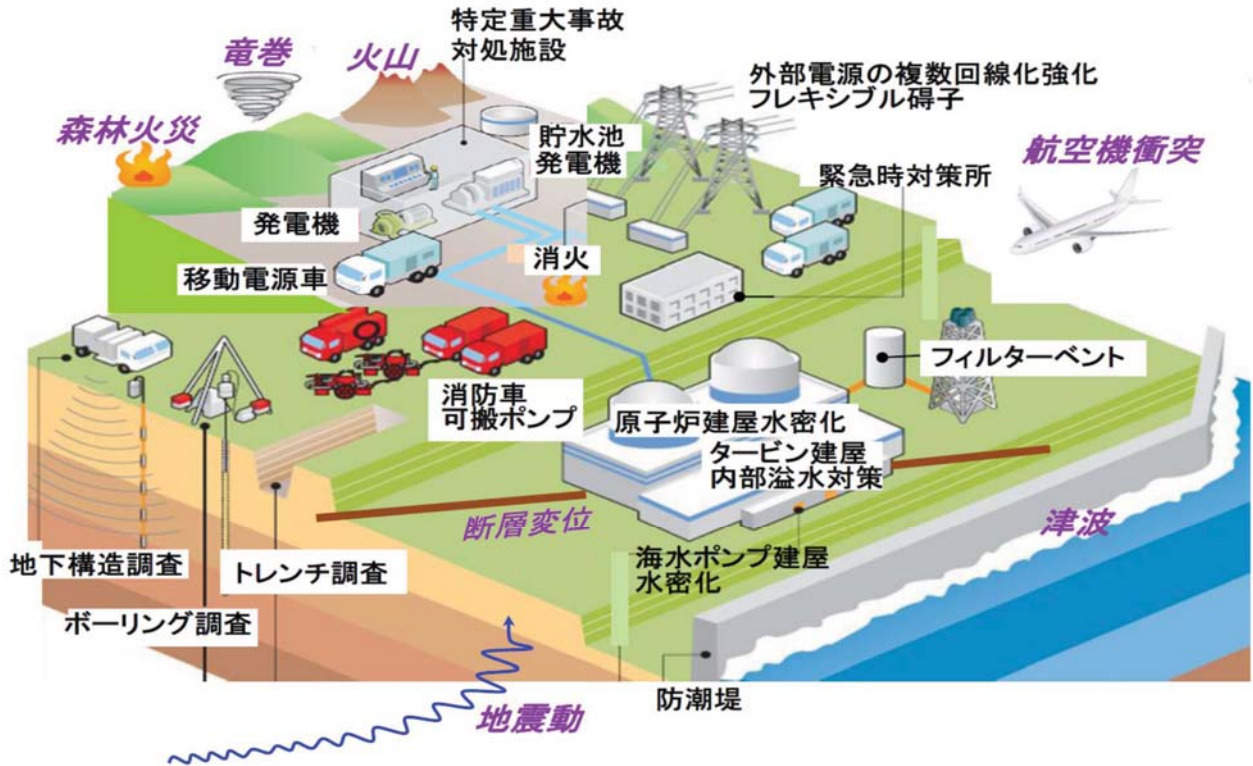
スイスのライプシュタット発電所



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

新規制基準の概要

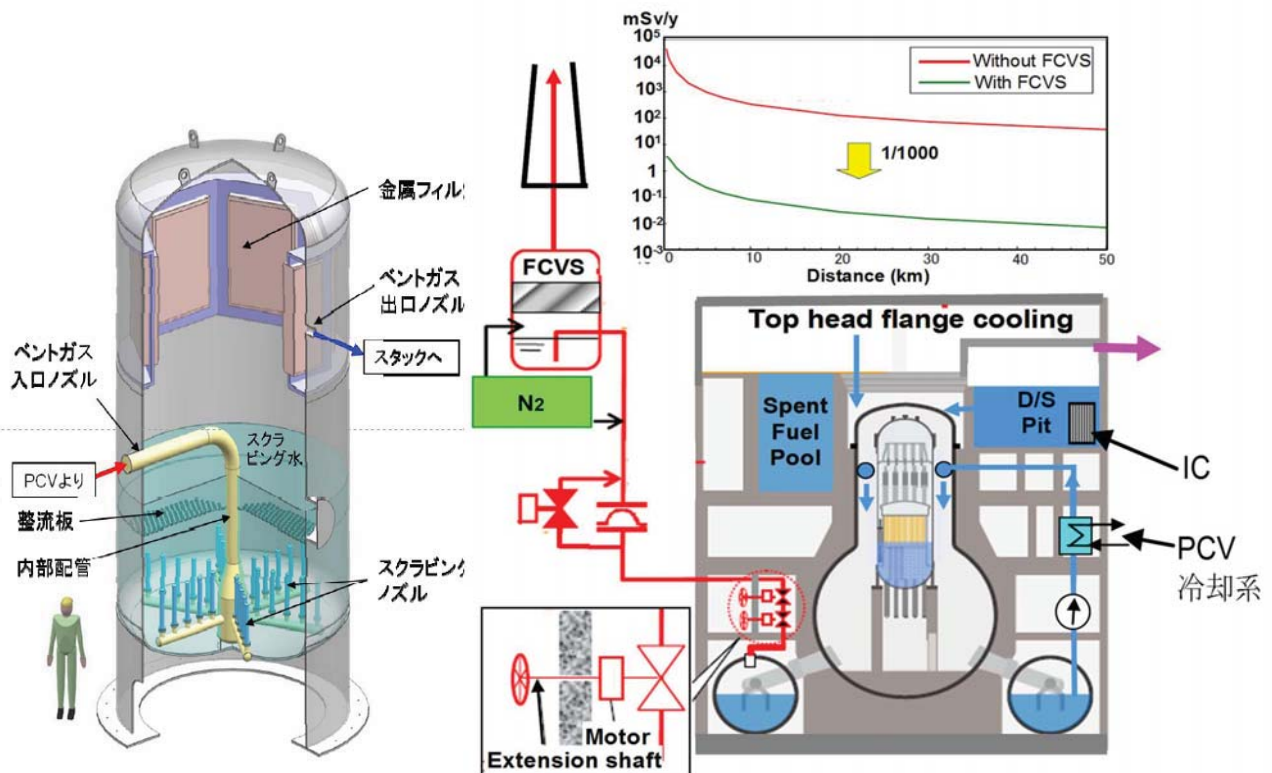


「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

48

フィルターベントシステム(FCVS)



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

49

HTVでフィルターベントを取材・放送

6/21



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

50

フィルターベントの据え付け(中部電力、東京電力)



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

51

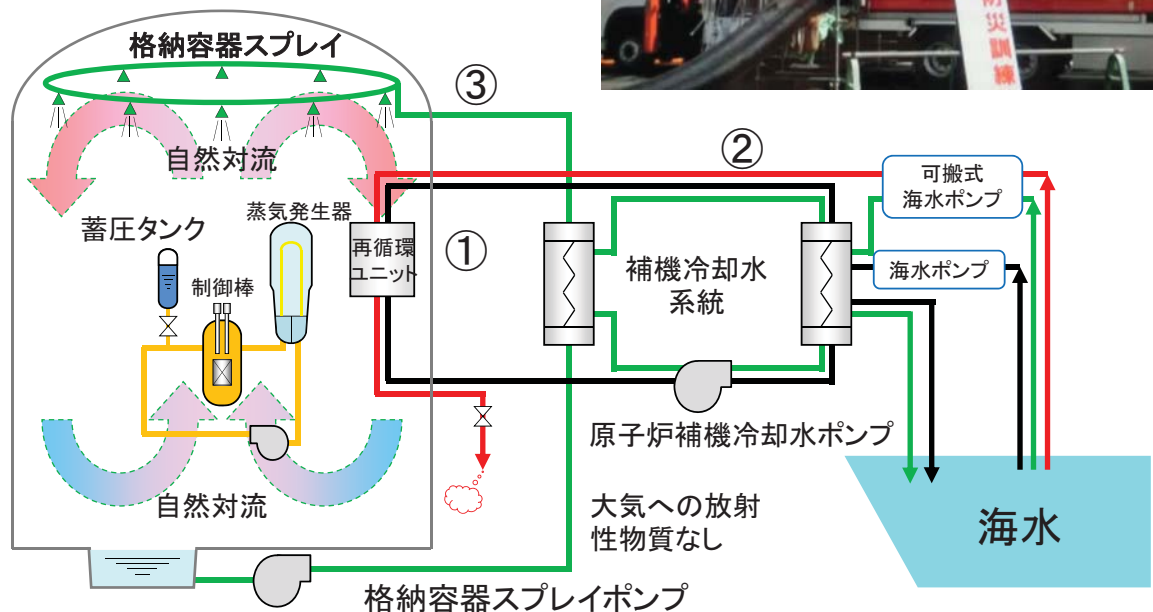
玄海発電所に確認に行きました

	最大津波高さ	敷地高さ
川内1-2号機	海拔約4m	海拔約13m
玄海3-4号機	海拔約3m	海拔約11m



PWRの格納容器冷却(玄海)

- ①再循環ユニットを使用した気相部冷却
- ②格納容器スプレイによる気相部冷却



原子炉補助建屋水密扉(11.3m)



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

54

おとぎの国を目指したスラブチッチ市



- 新しい町を作るなら、理想的なおとぎの国、夢の町をコンセプトにニュータウンを作ることに決定。
- チェルノブイリの東約50kmの所に夢の町の建設が始まり、事故後、1年8ヶ月で2万4千人が住める夢のニュータウンが完成

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

55

2013年9月24日(火)キエフ市内の 国立放射線医学病院を訪問・医師と意見交換



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」 北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直 56

精神的犠牲者ではなくサバイバル者に

Psychological and Neuropsychiatric
Legacy of the Chernobyl Disaster

Prof. Konstantin Loganovsky, MD, PhD, Dr. Med.Sci.



放射線汚染よりも
情報汚染の方が
被災者には厳しい

COUNTERMEASURES

- Social-economic benefits to be a “survivor”, but not a “victim”:
 - Legislation:
 - Reasonable social and medical insurance
 - Medicine for health, but not for sick benefits
 - Professional re-training
 - Reasonable employment
- Psychological support and rehabilitation
- Mass media weighted and optimistic approach



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」 北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直 57

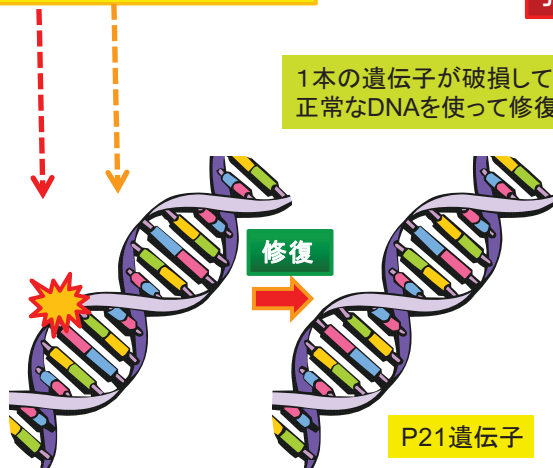
iPS細胞の研究で、癌の抑制作用解明が進展中

ゲノムの守護神:P53遺伝子

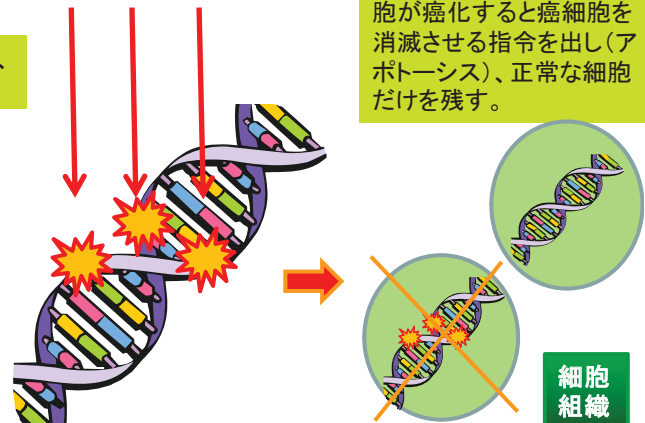
- 人では17番染色体上にあり、癌細胞ができるのを防ぐ、癌抑制遺伝子。
- 「ゲノムの守護神と呼ばれ、種を超えてDNA内に存在する重要な遺伝子。

- DNAの損傷があるとP53遺伝子は修復したり、細胞を増殖させるP21遺伝子に働きかけ、ガン化を防止する。
- 弱い放射線はP53遺伝子を活性化させ癌細胞の増殖が抑制するとされる。
- 強い放射線はDNAが2本損傷し、修復ができず消滅する細胞が増え、異常が出る。

弱い放射線や発癌物質



強い放射線や発癌物質



2013年9月23日(月)

福島の方がスラブチッチ市を訪問、市長と懇談



24,000人が住むスラブチツチ市の全景



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

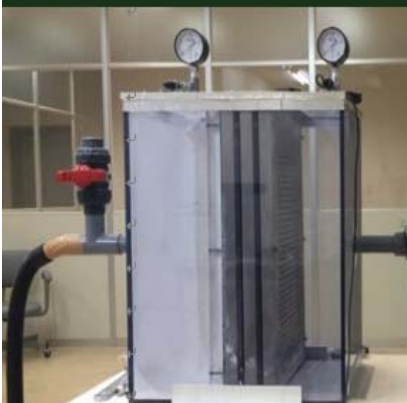
60

MEXT Project for Nuclear Human Resource Development

Development of a high efficiency multi-nuclide aerosol filters for radiation protection during a process of cutting core debris at Hokkaido University



Kimura Chemical Plants



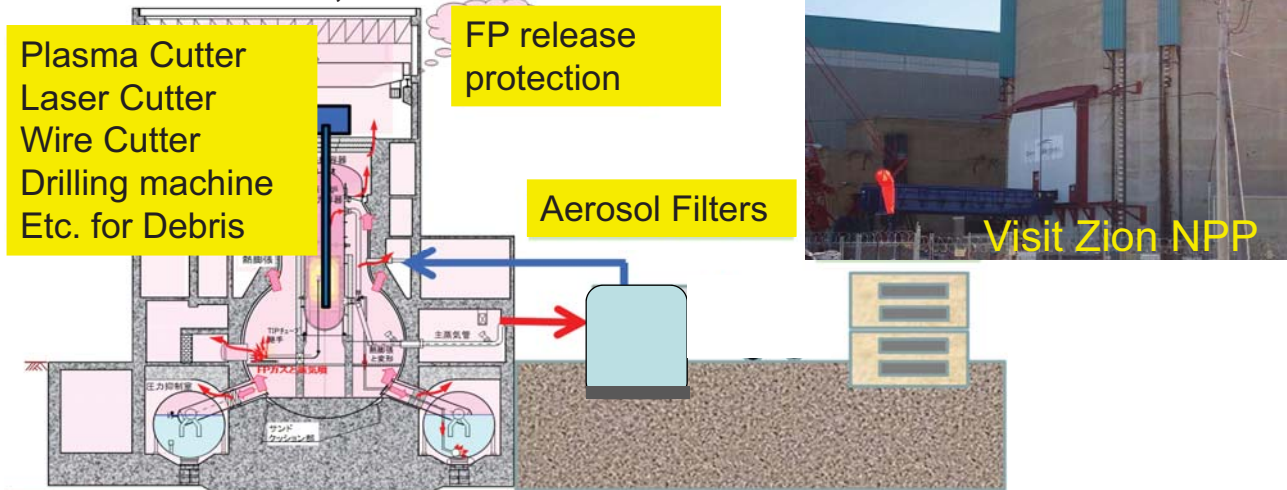
「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

61

For Fukushima-Daiichi Decommissioning Radiation protection during a process of cutting core debris should be needed.

- In order to develop an air clean up system for radiation protection during a cutting core debris of the Fukushima Daiichi NPP as a process of their decommissioning, a high efficiency filters should be developed, such as a wet-type aerosol filter, a metal fiber filter, a silver zeolite



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

62

Metal Fiber Filter Trapped nanometer size Powder



NONE

SEI

5.0kV

X30,000

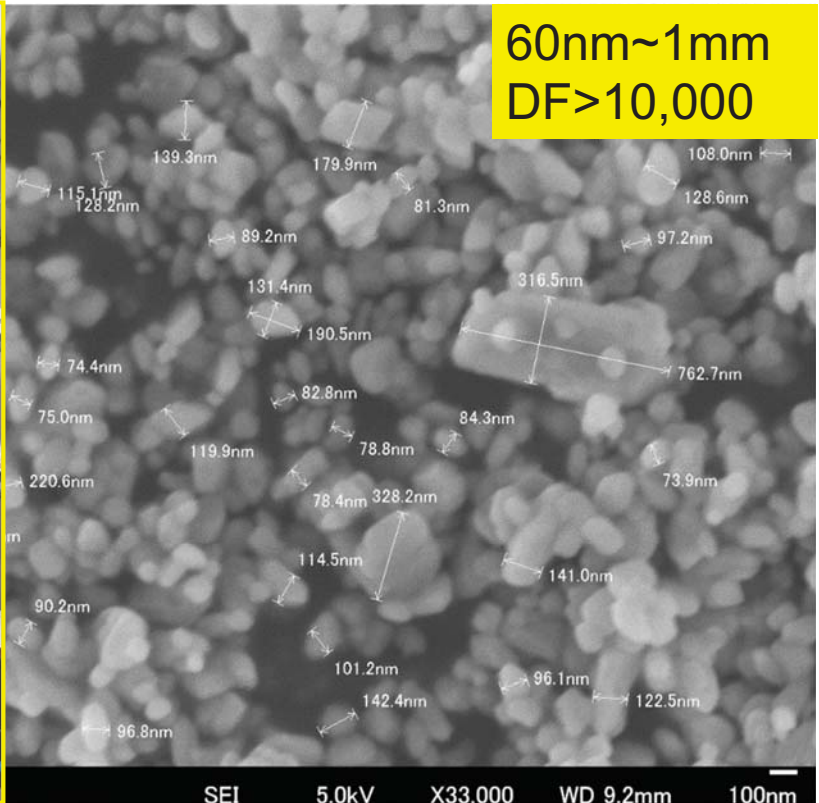
WD 11.0mm

100nm

奈良林 直

63

Trapped nano powder of BaSO₄



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

64

NHK サイエンスZEROで空気浄化システムが紹介



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

65⁵

空気浄化システム、放射性ヨウ素除去AgX



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

66

14th International Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA14)にて基調講演

世界中から被曝防止の専門家が900名が参加(4年に1回開催)



Held at Cape Town,
9-13 May 2016



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

67

米国のISOEシンポジウムで傑出教授賞を受賞

フィルターベントによる被曝低減、スーパーエンジニア研修



IAEAとOECD-NEA
が共同運営する
職業被曝情報
システム (ISOE)



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」 北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直 68

米国のISOEシンポジウムの会場



米国版シニアと学生の対話会

Information System on Occupational Exposure (ISOE)
The IAEA activities within the Information System on Occupational Exposure (ISOE) forms an integral part of the IAEA Occupational Protection Programme. ISOE is co-sponsored by the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) and the IAEA. It is based on an agreement reached in 1993 by which the IAEA invites IAEA Member States with operating nuclear power plants and who are not members of the OECD States to participate, cost-free, in this project, through the IAEA ISOE Technical Centre. Subsequently the IAEA has formed a Joint ISOE Secretariat with OECD-NEA.

「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」 北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直 69

NASAのチャンバーランド博士からも祝辞



奈良林 直さんが写真2件を追加しました。

1月24日 23:59

ISOE北米シンポジウムに参加され、人類の火星移住計画を講演されたNASAのチャンバーランド博士から人材育成教育のSuper Engineer教育プロジェクトに対して、NASAのメダルとバッチをいただきました。光栄かつ嬉しいです。

15 January 2018

Dr. Tadashi Narabayashi
Professor, Nuclear and Environmental Systems
Hokkaido University
Sapporo, Hokkaido, 060-0808 Japan

To our most highly esteemed Dr. Tadashi Narabayashi,

We hope that the very cold weather is not uncomfortable for you and that your health is excellent. My wife, Claudia, and I have been greatly honored to participate with you each year at the North American ISOE ALARA Symposiums. In truth, we look forward to your interesting and informative presentation as the highlight of the Symposium for us. Every year we continue to marvel at the professionalism, technological ingenuity and dedication of the Nuclear Industry of your wonderful country of Japan as reflected in your highly instructive presentations.

We are also very excited about the success of your excellent Super Engineer program and have been continually impressed by the quality of the students that we have met through their participation in the Symposium. I feel very privileged to have been given the honored opportunity to meet personally with the Super Engineers and share with them encouragement and inspiration for following a career in engineering. I look forward to discovering in the future what tremendous impacts they will make for the advancement of not only the Nuclear Power Plant industry in your magnificent country of Japan, but to the advancement of the field of science for the betterment of all mankind. Without you, Dr. Narabayashi, and your innovative Super Engineer program with its concurrent advancements in the sciences and creation of potential pioneers in various fields, the future of our planet – and the ability for man to travel beyond its terrestrial bounds – might never reach its full potential.

Please accept the enclosed small NASA remembrances as a personal token of our appreciation for you. The Medal commemorates the 50th Anniversary of the



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

70

博士からいただいたNASAのメダルとバッチ



「スーパーエンジニア育成プログラムの成果と受賞の御礼」

北海道大学大学院工学研究院 奈良林 直

71

まとめ

- フランスやスイスでは米TMIやチェルノブイリ原発事故の教訓を活かして冷却源の強化やフィルタードベントを設置し、米国では津波や洪水の対策をとっていた。
- 欧州のCOP協議では、石炭火力を輸出する日本に非難が集中。CO₂が減らないドイツ、「メルケルの嘘つき」との声がドイツで多数。日独は、再エネ敗戦国になった。
- 日本の太陽光はドイツを抜き、世界第2位。もう限界。
- 太陽光・風力の変動電源の制約は、火力のバックアップが必要なため、CO₂が減らない。
- 往復書簡や学生との対話会に協力いただいたSNWの講師各位、電力会社(北電、北陸電)、メーカ(東芝、日立GE、三菱重工)、研究所(JAEA)、そして、これらの活動を常にご支援いただいている原子力学会シニアネットワークの皆さまに深謝いたします。